

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

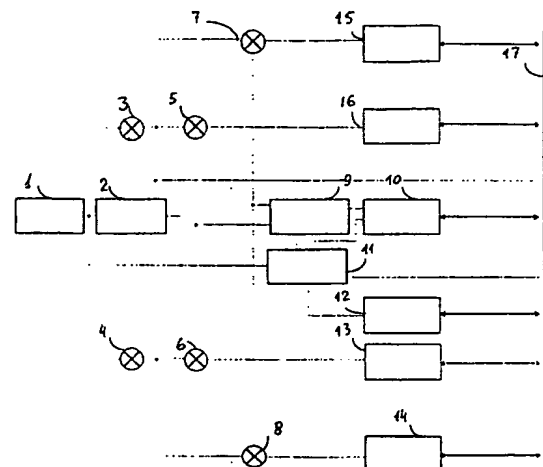
(51) Международная классификация изобретения⁶: G01S 5/14	A1	(11) Номер международной публикации: WO 00/16119 (43) Дата международной публикации: 23 марта 2000 (23.03.00)
(21) Номер международной заявки: PCT/RU98/00286 (22) Дата международной подачи: 15 сентября 1998 (15.09.98) (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме RU, US): SAMSUNG ELECTRONICS CO. LTD. [KR/KR]; 416, Maetan-3 Dong, Paldal-ku, Suwon City, Gyungki-do (KR). (71) Заявитель (только для RU): ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ФИРМА КОТЛИН» [RU/RU]; 193019 Санкт-Петербург, Обводный канал, д. 14 (RU) [ZAKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO «FIRMA KOTLIN», St.Petersburg (RU)]. (72) Изобретатели; и (75) Изобретатели / Заявители (только для US): РОГ Андрей Леонидович [RU/RU]; 107143 Москва, Открытое шоссе, д. 17, корп. 1, кв. 17 (RU) [ROG, Andrei Leonidovich, Moscow (RU)]. ФЕДОТОВ Борис Дмитриевич [RU/RU]; 195213 Санкт-Петербург, Казанская ул., д. 5, кв. 6 (RU) [FEDOTOV, Boris Dmitrievich, St.Petersburg (RU)].		(74) Агент: РОСЛОВ Владимир Николаевич; 117485 Москва, ул. Бутлерова, д. 4, корп. 2, кв. 128 (RU) [ROSLOV, Vladimir Nikolaevich, Moscow (RU)]. (81) Указанные государства: AU, CN, JP, KR, RU, US, европейский патент (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Опубликована С отчётом о международном поиске.

(54) Title: METHOD FOR INCREASING INTERFERENCE IMMUNITY WHEN RECEIVING SIGNALS FROM SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS AND DEVICE FOR REALISING THE SAME

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЁМА СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Abstract

The present invention relates to a method for increasing interference immunity when receiving signals from satellite navigation systems, and to a device for realising this method. The device comprises elements which are common in such receivers, including: a radiofrequency unit for amplifying the input signal and for converting the input carrier into an intermediate-frequency signal; an analog-to-digital converter for converting an analog signal into a digital one; and a digital correlation device that comprises a plurality of channels of the same type each used for tracking a pseudo-noise signal (PNS). Each channel includes a plurality of controlled generators for generating a carrier frequency and a code frequency in order to track the frequency (phase) of the PNS carrier as well as the code delay. Each channel also includes digital correlators which generate information used for closing the code delay tracking cycle and which generate a discrimination signal with a variable delay of the signal copy relative to a precise copy. The use of a correction sequence comprising digital strobe signals eliminates the influence of beam multiplicity when the value of the reflected signal delay is higher than 1.5 d, and reduces the negative effects thereof as soon as the delay value is higher than d/2.



Предлагается способ повышения помехоустойчивости приема сигналов спутниковых навигационных систем и устройство для его осуществления, состоящее из известных для таких приемников элементов радиочастотного блока, усиливающего входной сигнал и преобразующего входную несущую в сигнал промежуточной частоты, аналого-цифрового преобразователя, преобразующего аналоговый сигнал в цифровой, устройство цифровой корреляции, состоящего из множества однотипных каналов, каждый из которых осуществляет слежение за одним псевдослучайным сигналом (ПШС), и который включает управляемые генераторы несущей частоты и частоты кода для осуществления слежения за частотой (фазой) несущей ПШС и за задержкой кода, а также цифровые корреляторы, информация с выхода которых используется для замыкания цикла слежения за задержкой кода, и которые формируют дискриминационный сигнал с изменяемой задержкой копии сигнала относительно точной копии. Использование корректирующей последовательности стробирующих цифровых сигналов позволяет исключить влияние многолучевости при величине задержки отраженного сигнала большей $1.5d$ и снижает ее негативное влияние, начиная с величины задержки большей $d/2$.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AL	Албания	GE	Грузия	MR	Мавритания
AM	Армения	GH	Гана	MW	Малави
AT	Австрия	GN	Гвинея	MX	Мексика
AU	Австралия	GR	Греция	NE	Нигер
AZ	Азербайджан	HU	Венгрия	NL	Нидерланды
BA	Босния и Герцеговина	IE	Ирландия	NO	Норвегия
BB	Барбадос	IL	Израиль	NZ	Новая Зеландия
BE	Бельгия	IS	Исландия	PL	Польша
BF	Буркина-Фасо	IT	Италия	PT	Португалия
BG	Болгария	JP	Япония	RO	Румыния
BJ	Бенин	KE	Кения	RU	Российская Федерация
BR	Бразилия	KG	Киргизстан	SD	Судан
BY	Беларусь	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SE	Швеция
CA	Канада	KR	Республика Корея	SG	Сингапур
CF	Центрально-Африканская Республика	KZ	Казахстан	SI	Словения
CG	Конго	LC	Сент-Люсия	SK	Словакия
CH	Швейцария	LI	Лихтенштейн	SN	Сенегал
CI	Кот-д'Ивуар	LK	Шри-Ланка	SZ	Свазиленд
CM	Камерун	LR	Либерия	TD	Чад
CN	Китай	LS	Лесото	TG	Того
CU	Куба	LT	Литва	TJ	Таджикистан
CZ	Чешская Республика	LU	Люксембург	TM	Туркменистан
DE	Германия	LV	Латвия	TR	Турция
DK	Дания	MC	Монако	TT	Тринидад и Тобаго
EE	Эстония	MD	Республика Молдова	UA	Украина
ES	Испания	MG	Мадагаскар	UG	Уганда
FI	Финляндия	MK	Бывшая югославская Республика Македония	US	Соединенные Штаты Америки
FR	Франция	ML	Мали	UZ	Узбекистан
GA	Габон	MN	Монголия	VN	Вьетнам
GB	Великобритания			YU	Югославия
				ZW	Зимбабве

**Способ повышения помехоустойчивости приема сигналов
спутниковых навигационных систем и устройство для его
осуществления**

Область техники.

5

Данное изобретение относится к системам приема цифровых радиосигналов ,
кодированных псевдошумовыми последовательностями , которые в частности
используются в системах глобального позиционирования GPS (США) и
ГЛОНАСС (Россия), и которые адаптированы к работе в условиях искажения
10 параметров принимаемого сигнала , вызванного эффектом многолучевости.

Предшествующий уровень техники.

Пассивные приемники псевдошумовых сигналов, излучаемых со спутников
15 систем глобального позиционирования GPS (Global Position System, США) и
ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) в настоящее
время широко используются и позволяют пользователю осуществлять точное
определение своих координат (широта, долгота, высота) и времени. О
системах глобального позиционирования см.: «Глобальная Навигационная
20 Спутниковая Система - ГЛОНАСС" -. Интерфейсный контрольный документ.
КНИЦ ВКС, Россия, 1995, а также «Global Position System . Standard Positioning
Service . Signal Specification.» США, 1993.

Известные приемники псевдошумового сигнала (ППС) работают с
комплексным цифровым радиосигналом , состоящим из множества сигналов,
25 излучаемых спутниками, находящимися в пределах прямой видимости,
шумовой компоненты, а также компоненты, вызванной наличием
интерференции вследствие переотражений прямого сигнала от различных
участков поверхности, конструкций и т.д. Данная интерференция, вызывающая
искажение параметров принимаемого сигнала и, как следствие, приводящая к
30 снижению точностных характеристик приемника, известна под названием

"многолучевость".

Для обнаружения, слежения и определения параметров принимаемого сигнала в ППС сигнал усиливается, ковертируется в помежучастную частоту и оцифровывается в радиочастотном блоке приемника, а затем используется техника цифровой корреляции для его окончательного детектирования. Известные цифровые корреляторы (ЦК) осуществляют корреляцию входящего цифрового комплексного радиосигнала путем умножения его цифровых отсчетов на генерируемую внутри коррелятора локальную копию искомого сигнала и накопления результатов корреляции в течении определенного интервала времени. Обычно этот интервал принимают равным 1 миллисекунде, что равняется длине кодовой последовательности C/A кода GPS и ГЛОНАСС. Для замыкания петли слежения за частотой (фазой) принимаемого сигнала и за задержкой кода используют вычислитель, который считывает информацию из аккумулятора и путем ее программной обработки замыкает петлю слежения. Для осуществления слежения за кодом (задержкой кода) следящий цикл использует результаты корреляции входного сигнала с ранней (опережающей) и поздней (задержанной) копиями входного сигнала, либо с разностной (ранней-минус-поздней) копией. При этом наличие помимо основного (прямого) сигнала, приходящего со спутника, дополнительного задержанного сигнала, вызванного эффектом многолучевости, будет приводить к искажению дискриминационной характеристики следящего цикла и, как следствие, к появлению дополнительной ошибки в определении дальности. Помимо этого, поскольку сигнал приходящий со спутника сравнительно слаб и его амплитуда значительно ниже уровня естественных тепловых шумов, коррелятор должен обеспечивать достижение максимально возможного значения соотношения сигнал/шум.

Известно, что использование узкого коррелятора в цикле слежения за кодом приводит к увеличению соотношения сигнал/шум, и кроме того уменьшает негативный эффект вызванный многолучевостью (См. А. J. Dierendonck, P. Fenton, T. Ford «Theory and Performance of Narrow Correlator Spacing in GPS

receiver», Navigation: Journal of The Institute of Navigation Vol. 39, No. 3, Fall. 92.
см. также P. Fenton , A. J. Dierendonck « Pseudorandom noise ranging receiver
which compensates for multipath distortion by dynamically adjusting the time delay
spacing between early and late correlators» , USA patent N 5,390,207 , Feb. 14, 95).

65 Однако узкий коррелятор лишь ослабляет влияние многолучевости, не
позволяя, полностью исключить ее влияние.

Известны также «стробовый коррелятор» и «улучшенный стробовый
коррелятор», позволяющие еще более снизить негативный эффект
многолучевости (см. « L. Garin , J-M. Rousseau «Enhanced Strobe Correlator
70 Multipath Rejection for Code & Carrier», ION-GPS 1997, Session B2). «Стробовый
коррелятор» , основанный на линейной комбинации двух узких корреляторов ,
исключая эффект многолучевости для значительного количества задержанных
сигналов, тем не менее на 3 дБ ухудшает соотношение сигнал/шум по
отношению к исходному узкому коррелятору. "Улучшенный стробовый
75 коррелятор", работая в области раннего строба и тем самым осуществляя
корреляцию части сигнала вблизи переднего фронта, исключает влияние
многолучевости для еще большего количества задержанных сигналов, но при
этом ухудшает соотношение сигнал шум на 6 дБ по отношению к узкому
исходному коррелятору. Под исходным узким коррелятором здесь
80 подразумевается один из двух узких корреляторов, комбинация которых
образует «стробовый коррелятор», и который имеет минимальный временной
сдвиг относительно точной копии отслеживаемого сигнала.

Наиболее близким решением к предлагаемому изобретению является способ и
устройство , описанные в РСТ заявке WO 97/06446 от 20.02.97 « Multipath
85 error reduction in a spread spectrum receiver for ranging applications». В указанной
заявке для формирования сигнала с выхода дискриминатора для слежения за
задержкой кода предлагается формировать разностную копию
псевдошумового сигнала, состоящую из "последовательности одинаковых
ненулевых стробирующих импульсов, формируемых на границе символов
90 псевдошумовой последовательности, таких, что: длительность каждого

стробирующего импульса меньше длительности импульса псевдощумового кода, стробирующий импульс занимает равную по площади положительную и отрицательную части, а также имеет положительную либо отрицательную полярность в своей центральной части, что соответствует изменению в
95 положительную либо отрицательную сторону символов псевдощумовой последовательности". В одном из описанных в указанной заявке вариантов предлагается формировать разностную псевдослучайную последовательность (ПСП) путем генерации четырех реплик : «ранней, опережающей точную копию на $1/(2k)$ долю символа ПСП, поздней , задержанной относительно
100 точной копии на $1/(2k)$ долю символа ПСП, ранней, опережающей точную копию на $N/(2k)$ символа, и еще одной поздней , задержанной относительно точной ПСП на $N/(2k)$ символа, где N и k - целые, причем $N < k$. « В частности предлагается выбирать $k=10$, $N=2$. Вычитая из ранней соответствующую позднюю копию, получают разностную копию , используемую в узком
105 корреляторе. Вычитая далее из одной разностной копии вторую, получают последовательность стробирующих импульсов, аналогичную описанной выше. Таким образом, описанный способ полностью соответствует методу «стробовой корреляции», упоминавшемуся ранее, и , соответственно имеет аналогичные недостатки. Так в системе с четырьмя репликами соотношение
110 сигнал/шум будет в N раз хуже , чем для исходного узкого коррелятора со смещением $\pm 1/(2k)$ символа. Соответственно при $N=2$, потери составят 3 дБ.

Раскрытие изобретения.

- 115 Задачей, которая решается данным изобретением является уменьшение ошибок слежения за задержкой кода ППС, особенно приемников, работающих по сигналам с относительно низкой частотой кода (С/А код), в условиях влияния многолучевости без ухудшения или при минимальном ухудшении соотношения сигнал/шум.
- 120 Предлагаемый приемник состоит из известных для таких приемников

элементов радиочастотного блока , усиливающего входной сигнал и преобразующего входную несущую в сигнал промежуточной частоты , аналого-цифрового преобразователя , преобразующего аналоговый сигнал в цифровой, устройства цифровой корреляции, состоящего из множества однотипных
125 каналов, каждый из которых осуществляет слежение за одним псевдослучайным сигналом (ПСС), и который включает управляемые генераторы несущей частоты и частоты кода для осуществления слежения за частотой (фазой) несущей ПСС и за задержкой кода, а также цифровые корреляторы , информация с выхода которых используется для замыкания цикла слежения за
130 задержкой кода, и которые формируют дискриминационный сигнал с изменяемой задержкой копии сигнала относительно точной копии. После установления режима слежения за кодом с наименьшей возможной разницей между ранней и поздней копиями сигнала, т.е. после входа в режим слежения с узким коррелятором, коррелятор осуществляет режим коррекции влияния
135 многолучевости за счет использования специальной стробирующей последовательности цифровых сигналов. Слежение за несущей (фазой) сигнала и за кодом в общем случае является некогерентным. Каждый канал корреляционного устройства содержит не менее двух корреляторов, информация с выхода которых используется для формирования петли
140 слежения за задержкой кода. Корреляторы коррелируют входной оцифрованный сигнал с его локальными копиями, которые могут иметь различные задержки относительно точной копии . Таким образом , корреляторы формируют на выходе результаты корреляции входного сигнала с ранней и поздней копиями, либо с точной и разностной - «ранней минус
145 поздней» копиями для формирования сигнала дискриминатора петли слежения за кодом. При этом изменяемая величина смещения ранней и поздней копии относительно точной копии сигнала, которая может составлять значение, равное лишь доле символа ПСП, позволяет осуществлять слежение в режиме узкого коррелятора. Помимо этого для компенсации многолучевости в состав
150 следающего канала входит коррелятор генерирующий последовательность

стробирующих цифровых сигналов, таких что длина стробирующего сигнала равна величине задержки d между ранней и поздней копией ПСП, полярность строба совпадает с полярностью предшествующего символа точной копии и его начало задержано относительно конца символа точной копии ПСП на величину, равную $d/2$. Существенным является тот факт, что результат корреляции последовательности стробирующих импульсов и входного сигнала добавляется к сигналу с выхода разностного дискриминатора лишь после входа следящей системы в режим «узкий коррелятор». Под разностным дискриминатором здесь понимается выход корреляционного канала, в котором разностная (ранний-минус-поздний) копия входного сигнала коррелирует с входным ПСП, либо результат вычитания цифрового сигнала с выхода позднего коррелятора из сигнала с выхода раннего коррелятора, что с функциональной точки зрения идентично.

Помимо этого при использовании отдельного коррелятора, генерирующего корректирующую стробирующую последовательность и осуществляющего корреляцию данной последовательности с входным ПСП, результат такой корреляции может оцениваться вычислителем с целью определения величины эффекта многолучевости.

Данный подход позволяет получить ряд преимуществ по сравнению с известными решениями. Особенно это касается GPS и ГЛОНАСС приемников С/А диапазона, в которых с одной стороны мощность входного сигнала очень мала и находится на уровне значительно ниже уровня шумов, а с другой стороны мощность отраженного(многолучевого) сигнала может достигать значительной величины, в ряде случаев равной и даже превышающей мощность прямого сигнала, и тем самым вызывать существенные ошибки при вычислении навигационных параметров. Использование корректирующей последовательности стробирующих цифровых сигналов позволяет исключить влияние многолучевости при величине задержки отраженного сигнала большей $1.5d$ и снижает ее негативное влияние, начиная с величины задержки большей $d/2$. При этом энергетические потери по сравнению с чистым

режимом узкого коррелятора увеличиваются лишь на 1.76 дБ.

Краткое описание чертежей.

185 Изобретение поясняется следующими чертежами :

Рис. 1 - блок-диграмма типичного канала коррелятора приемника псевдошумового сигнала , используемого для слежения за частотой (фазой) и за задержкой кода, где 1 - коммутатор входных сигналов, 2 - генератор несущей, 3 - смеситель, 4 - смеситель, 5 - смеситель, 6 - смеситель, 7 -
190 смеситель, 8 - смеситель, 9 - формирователь кодовой последовательности, 10 - генератор кодовой последовательности, 11 - регистр управления каналом, 12 - генератор частоты кода, 13 - аккумулятор I_p , 14 - аккумулятор I_d , 15 - аккумулятор Q_d , 16 - аккумулятор Q_p , 17 - управляющая шина.

Рис. 2 - блок-диаграмма генератора кода , генерирующего последовательность
195 разностных цифровых сигналов (ранний-минус-поздний) в режиме узкого коррелятора , а также последовательность стробирующих цифровых сигналов для компенсации многолучевости, где 18 - генератор частоты кода, 19 - генератор кодовой последовательности, 20 - сдвиговый регистр, 21 - формирователь задержанных импульсов, 22 - сумматор «исключающего или»,
200 23 - сумматор «исключающего или», 24 - ключ.

Рис. 3 - демонстрирует последовательность стробирующих цифровых сигналов на выходе генератора кода, использующуюся в узком корреляторе (Рис. 3 б) и в узком корреляторе с режимом компенсации эффекта многолучевости (Рис. 3 в, 3 г). Последовательность ПШС на выходе генератора кода с периодом кода
205 Δt показана на Рис. 3 а.

Рис. 4 - демонстрирует искажение разностного сигнала с выхода узкого коррелятора , вызванного наличием задержанного многолучевого сигнала. Кривая 1 на Рис. 4 а представляет инвертированный выход дискриминатора, обусловленный прямым сигналом. Кривая 2 - реакция дискриминатора на
210 задержанный (многолучевый) сигнал. На Рис. 4 б - инвертированный сигнал.

Рис. 5 - демонстрирует корреляционную функцию стробирующего цифрового сигнала, компенсирующего эффект многолучевости (Рис. 5 а), а также совместную корреляционную функцию узкого коррелятора и корректирующего стробирующего сигнала (Рис. 5 б).

215 Рис. 6 - диаграмма расчетных ошибок, вызванных эффектом многолучевости, для различных типов корреляторов, где 1 - узкий коррелятор, 2 - узкий коррелятор с корректирующими стробирующими сигналами, 3 - один чип-коррелятор, 4 - задержка многолучевости, C/A чип, 5 - ошибка слежения, C/A чип.

220

Предпочтительные варианты реализации изобретения.

На рисунке 1 представлена блок-схема типичного канала коррелятора, используемого для слежения за частотой(фазой) и кодом приемника системы
225 GPS, ГЛОНАСС либо комбинированного GPS/ ГЛОНАСС. На рисунке представлен универсальный GPS/ ГЛОНАСС коррелятор, работающий с реальным входным сигналом после аналого-цифрового преобразователя. Тем не менее, предлагаемый подход полностью применим и для случая работы с парой квадратурных входных сигналов (входные синфазная I и квадратурная
230 Q составляющие сигнала). Обычно приемник имеет несколько однотипных следящих каналов для того, чтобы отслеживать одновременно сигналы сразу нескольких спутников. Поскольку это не отражает существо предлагаемого изобретения, здесь не приводится подробное описание радиотехнической части цифрового приемника, которая, как правило, состоит из маломощного
235 усилителя на входе, полосового фильтра высокой частоты, смесителя (либо смесителей) понижающего частоту, в состав которого входит генератор управляемый напряжением и петля ФАПЧ с сигналом от опорного генератора, который, как правило, термокомпенсирован. После смесителя сигнал промежуточной частоты фильтруется фильтром ПЧ и оцифровывается в АЦП.
240 Таким образом на вход коррелятора поступает цифровой сигнал с частотой

дискретизации, удовлетворяющей критерию Найквиста. На рисунке входные сигналы N1(GPS) и N2(ГЛОНАСС) поступают в коммутатор входных сигналов 1, который выбирает какой из двух сигналов будет обрабатываться в канале. Генератор несущей 2 вырабатывает синфазную (cos) и квадратурную (sin) составляющие фазы локального сигнала, которые коррелируют с входным сигналом в смесителях 3 и 4. Генератор несущей управляется процессором посредством управляющей шины 17 для замыкания цикла слежения за несущей и фазой входного сигнала. После снятия несущей синфазная и квадратурные компоненты сигнала коррелируют в смесителях 5,6,7,8 с локальными копиями кодовой последовательности входного сигнала из формирователя кодовой последовательности 9. Копия кодовой последовательности формируется с помощью набора блоков: генератора частоты кода 12, генератора кодовой последовательности 10 и формирователя задержки кодовой последовательности 9. Генератор частоты кода 12 генерирует тактовый сигнал кодовой последовательности, который затем поступает на вход генератора кодовой последовательности 10. Генератор частоты кода 12 контролируется процессором посредством шины 17 для управления циклом слежения за кодом (задержкой кода). На основе тактового сигнала из генератора частоты кода 12 генератор кодовой последовательности 10 генерирует локальную копию кодовой последовательности, которая уникальна для каждого спутника системы GPS и одинакова для всех спутников системы ГЛОНАСС, имеющей частотное разделение сигналов. Тип кодовой последовательности задается процессором через управляющую шину 17. Кодовая последовательность поступает на формирователь задержки 9, который осуществляет временной сдвиг копии сигнала относительно точной (по времени) копии, формируя на выходе раннюю копию (E) и позднюю копию (L), либо точную (идентичную) копию (P) и разностную (E-L) (ранняя-минус-поздняя) копию псевдошумовой последовательности. Локальные копии ПШС коррелируют с входным сигналом в корреляторах 5,6,7,8, и результаты корреляции накапливаются в аккумуляторах 13,14,15,16. Для случая работы с

точной и разностной копиями входного сигнала аккумулятор 16 накапливает квадратурную компоненту корреляции точной копии сигнала Q_r , аккумулятор 15 - квадратурную компоненту корреляции разностной копии Q_d , аккумулятор 13 - синфазную компоненту точной копии I_r , аккумулятор 14 -
 275 синфазную компоненту разностной копии I_d . Результат корреляции из аккумуляторов считывается процессором посредством шины 17. Время накопления результатов корреляции также контролируется процессором. Управление режимами работы следающего канала осуществляется посредством регистра управления каналом 11, который в свою очередь управляется
 280 процессором через шину 17 и который соединен с блоками 1,2,9,10,12. Функция регистра управления каналом - переключение между режимами: «поиск»/ «слежение», GPS/ГЛОНАСС, «широкий»/«узкий» коррелятор, «узкий коррелятор»/«узкий коррелятор с коррекцией многолучевости». Считывая результаты корреляции I_r , Q_r , I_d , Q_d из аккумуляторов 13,14,15,16 за период
 285 накопления, который обычно выбирают равным длительности эпохи C/A кода 1 мс, и управляя генератором несущей 2 и генератором частоты кода 12, процессор контролирует работу циклов слежения за частотой(фазой) входного сигнала, а также за задержкой кода, обеспечивая тем самым слежение за входным ПШС и измерение его параметров.

290 Известно, что узкий коррелятор, используемый в формирователях разностного сигнала на выходе дискриминатора в петле слежения за кодом, в котором задержка между ранней и поздней копией сигнала меньше длины одного символа кодовой последовательности, обладает рядом преимуществ по сравнению с обычным широким коррелятором с разницей между копиями в
 295 один символ. Прежде всего - это лучшее соотношение сигнал/шум на выходе дискриминатора петли слежения за задержкой кода, которое определяется выражением:

$I_{E-L} I_r + Q_{E-L} Q_r$, в случае когда используются пунктуальный и разностный корреляторы, либо:

300 $I_E^2 + Q_E^2 - (I_L^2 + Q_L^2)$, когда сигнал дискриминатора формируется с помощью

раннего и позднего корреляторов.

Кроме того узкий коррелятор снижает негативный эффект многолучевости. Используя совместно с узким коррелятором стробирующие импульсы, компенсирующие эффект многолучевости, можно добиться еще большего
305 ослабления влияния многолучевости, а в ряде случаев полностью исключить его.

На рисунке 2 представлена блок-схема функционирования формирователя задержки кодовой последовательности совместно с генератором частоты кода и с генератором кодовой последовательности, которые формируют на выходе
310 точную и разностную (ранний-минус-поздний) реплики входного сигнала. Помимо этого формирователь 9 в соответствии с сигналом управления формирует последовательность стробирующих сигналов, компенсирующих эффект многолучевости, добавляемую к разностной реплике. Генератор частоты кода 18, базирясь на входной опорной частоте F_s , в соответствии с
315 сигналами управления процессора формирует нужную частоту кода (с нужным доплеровским смещением). Генератор кода 19, базирясь на входной частоте кода и на сигнале от процессора с типом кодовой последовательности, формирует на выходе реплику входного ПШС. Сформированная последовательность поступает на вход сдвигового регистра 20, имеющего
320 ответвления для формирования пунктуальной (P), ранней (E) и поздней (L) копии сигнала. Ранняя и поздняя копии складываясь в сумматоре «исключающего или» 22 дают на выходе сигнал разностной копии. Формирователь задержанных импульсов 21, базирясь на сигнале опорной частоты F_s , сигнале частоты кода с выхода генератора частоты кода 18 и на
325 информации о знаке текущего символа ПСП из генератора кода 19, определяет границы кодовых символов и формирует выдачу цифрового сигнала для компенсации многолучевости, который стартует в конце каждого символа точной копии псевдошумовой последовательности с задержкой $d/2$, равной половине задержки между ранней и поздней копиями сигнала, и имеет
330 полярность символа точной копии. При включенном ключе 24 на сумматор

«исключающего или» 23 поступает цифровой сигнал разностной копии и сигнал последовательности стробирующих импульсов, формируя тем самым на выходе сигнал разностного дискриминатора с корректирующими стробирующими импульсами для компенсации многолучевости. При
335 выключенном ключе 24 с выхода формирователя поступает только разностная копия сигнала. Нетрудно убедиться, что разностная копия сигнала (E-L) для режима узкого коррелятора представляет собой последовательность цифровых сигналов длительностью, равной задержке между ранней и поздней копиями, причем сигналы появляются только при изменении полярности символов кода
340, имея положительную полярность в случае изменения полярности символа в положительном направлении, временные центры цифровых сигналов совпадают с границами символов точного кода. Замечание насчет полярности символа в положительном направлении является условным, его следует понимать в том смысле, что порядок изменения полярности символов должен
345 определять полярность разностного символа, при этом совершенно не важно какое направление считать положительным.

Рисунок 3 иллюстрирует описанную выше работу формирователя символьной последовательности. На рис. 3а представлена последовательность ПШС на выходе генератора кода с периодом кода Δt . Рис. 3б показывает
350 последовательность цифровых импульсов с выхода узкого коррелятора, т.е. после сумматора 22. Рис. 3в демонстрирует последовательность стробирующих корректирующих сигналов на выходе формирователя задержанных импульсов. И наконец рис. 3г демонстрирует комбинированный сигнал, т.е. сигнал от узкого коррелятора, соединенный со стробирующими
355 сигналами для корректировки многолучевости.

Рис. 4 иллюстрирует негативное влияние многолучевости на работу узкого коррелятора. Кривая 1 на рис. 4а представляет инвертированный выход дискриминатора, обусловленный прямым сигналом. Кривая 2 - реакция дискриминатора на задержанный (многолучевый) сигнал, амплитуда которого
360 равна половине амплитуды прямого сигнала, а задержка составляет половину

длительности символа кодовой последовательности ПШС. Задержка между ранней и поздней копиями сигнала составляет 0.25 от длительности символа ПШС. Для простоты расчет сделан для идеального случая фильтра ПЧ с бесконечной полосой пропускания. В случае прихода обоих сигналов выход дискриминатора представляет собой суммарную реакцию на прямой и задержанный сигнал (рис. 4б, сигнал инвертирован). Очевидно, что в этом случае нулевой выход дискриминатора соответствует не нулевой задержке прямого сигнала, т.е. имеет место ошибка в определении дальности, вызванная влиянием многолучевости.

Использование корректирующих стробирующих сигналов совместно с узким коррелятором позволяет уменьшить этот негативный эффект. Это иллюстрируется рисунком 5. На рис. 5а представлен результат корреляции корректирующего сигнала с входным ПШС. В комбинации его с выходом дискриминатора узкого коррелятора (кривая 1 рис. 4а), получается выход дискриминатора узкого коррелятора с корректирующими стробирующими сигналами, представленный на рис. 5б (инвертированный сигнал). Очевидно, что в этом случае многолучевые сигналы с задержкой большей $1.5d$ не оказывают влияния на сигнал дискриминатора. Существует возможность появления ошибочного сигнала дискриминатора при задержке многолучевого сигнала порядка одного символа ПСП (отрицательный треугольник около задержки $+1$), но, как правило, многолучевые сигналы с такой задержкой имеют маленькую амплитуду и их негативное влияние невелико.

На рис. 6 представлена расчетная диаграмма ошибок дальности дискриминатора сигнала C/A кода в зависимости от задержки многолучевого сигнала. Комбинация прямого и многолучевого сигнала представлена зависимостью: $S_m(t) = A * C_f(t) * \cos(w_0 t + \phi) + \alpha * A * C_f(t - \delta) * \cos[w_0(t - \delta) + \phi]$, где A - амплитуда прямого сигнала, $C_f(t)$ - отфильтрованный сигнал ПСП, w_0 - частота несущей, ϕ - фаза несущей, α - относительная амплитуда многолучевого сигнала, δ - величина задержки многолучевого сигнала относительно прямого сигнала. Используя дискриминатор $I_{E-L} I_P + Q_{E-L} Q_P$, для

установившегося режима в случае узкого коррелятора сигнал на выходе дискриминатора примет вид :

$$\begin{aligned}
 E(\tau_k) = & [R_f(\tau_k - d/2) - R_f(\tau_k + d/2)] R_f(\tau_k) \\
 & + \alpha^2 [R_f(\tau_k - d/2 - \delta) - R_f(\tau_k + d/2 - \delta)] R_f(\tau_k - \delta) \\
 395 \quad & + \alpha [R_f(\tau_k - d/2) - R_f(\tau_k + d/2)] R_f(\tau_k - \delta) \cos \phi_m \\
 & + \alpha [R_f(\tau_k - d/2 - \delta) - R_f(\tau_k + d/2 - \delta)] R_f(\tau_k) \cos \phi_m,
 \end{aligned}$$

где $R_f(\tau)$ - отфильтрованная автокорреляционная функция ПСП, τ_k - ошибка слежения за кодом, d - задержка между ранней и поздней репликами ПСП, $\phi_m = \omega_0 * \delta$ - разность фаз между прямым и задержанным сигналом.

400 Для случая использования узкого коррелятора с последовательностью стробирующих сигналов сигнал на выходе дискриминатора примет вид :

$$\begin{aligned}
 E(\tau_k) = & [R_f(\tau_k - d/2) - R_f(\tau_k + d/2)] R_f(\tau_k) \\
 & + \alpha^2 [R_f(\tau_k - d/2 - \delta) - R_f(\tau_k + d/2 - \delta)] R_f(\tau_k - \delta) \\
 & + \alpha [R_f(\tau_k - d/2) - R_f(\tau_k + d/2)] R_f(\tau_k - \delta) \cos \phi_m \\
 405 \quad & + \alpha [R_f(\tau_k - d/2 - \delta) - R_f(\tau_k + d/2 - \delta)] R_f(\tau_k) \cos \phi_m + \\
 & + S_f(\tau_k + 1 + d/2) R_f(\tau_k) \\
 & + \alpha^2 S_f(\tau_k + 1 + d/2 - \delta) R_f(\tau_k - \delta) \\
 & + \alpha S_f(\tau_k + 1 + d/2) R_f(\tau_k - \delta) \cos \phi_m \\
 & + \alpha S_f(\tau_k + 1 + d/2 - \delta) R_f(\tau_k) \cos \phi_m,
 \end{aligned}$$

410 где S_f - отфильтрованная корреляционная функция корректирующего импульса относительной длительности d и сигнала ПСП.

Задавая $\phi_m = 0$, а затем $\phi_m = \pi$, $\alpha = 0.5$, $d = 0.1$ и решая полученные выше

выражения для случая $E(\tau_k)=0$, можно рассчитать ошибку определения дальности. Для простоты расчетов на рис. 6 представлены результаты ошибки
415 в определении дальности для идеального случая фильтра с бесконечной полосой пропускания.

Промышленная применимость

Вышеописанные варианты реализации изобретения доказывают, что
420 заявляемый способ борьбы с многолучевостью и реализуемый на его основе многоканальный цифровой приемник для системы глобального позиционирования технически осуществимы, промышленно реализуемы и решают поставленную техническую задачу эффективного приема и декодирования псевдошумовых сигналов систем GPS и ГЛОНАСС в условиях
425 воздействия многолучевости .

425

Формула изобретения

1. Способ повышения помехоустойчивости приема сигналов спутниковых навигационных систем, заключающийся в декодировании сигналов, содержащих несущую кодированную псевдослучайной последовательностью (ПСП), включающий генерацию локальной разностной (ранняя-минус-поздняя) копии входного сигнала, у которой задержка между ранней и поздней копией сигнала составляет дробную часть символа ПСП d , генерацию пунктуальной (точной) копии входного сигнала и генерацию последовательности стробирующих цифровых сигналов, отличающийся тем, что длину стробирующего сигнала устанавливают равной величине задержки d между ранней и поздней копией сигнала, полярность символа выбирают совпадающей с полярностью предшествующего символа точной копии и его начало задерживают относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$, при этом осуществляют корреляцию входного сигнала, содержащего, помимо прямого сигнала, также множество задержанных многолучевых сигналов, с точной копией и с сигналом, представляющим смесь разностной копии и последовательности стробирующих цифровых сигналов, результаты корреляции накапливают в аккумуляторах и формируют сигнал дискриминатора для слежения за задержкой кода в виде $I_{E-L+K}I_p + Q_{E-L+K}Q_p$, где I_{E-L+K} , Q_{E-L+K} - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом, представляющим смесь разностной копии и последовательности стробирующих цифровых сигналов, I_p , Q_p - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом точной копии, за счет чего осуществляют подстройку точной и разностной копии сигнала на основе сигнала дискриминатора так, что на сигнал рассогласования оказывает влияние лишь входной сигнал прямой

450

455 видимости и не оказывают влияния многолучевые сигналы.

2. Способ по пункту 1, *отличающийся* тем, что корреляцию входного сигнала производят отдельно для точной копии сигнала, для разностной копии сигнала и для последовательности стробирующих цифровых сигналов, а результаты корреляции накапливают в соответствующих квадратурных аккумуляторах, при этом сигнал дискриминатора формируют в виде: $I_{E-L} I_p + Q_{E-L} Q_p$, где I_{E-L} , Q_{E-L} - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом разностной копии, I_p, Q_p - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом точной копии, после чего значение аккумуляторов, содержащее результаты корреляции входного сигнала с последовательностью стробирующих цифровых сигналов $I_k^2 + Q_k^2$, сравнивают с пороговым значением обнаружения эффекта многолучевости и компенсируют эффект многолучевости при превышении пороговое значение путем сложения значения с выхода аккумуляторов стробирующих цифровых сигналов с соответствующими квадратурными выходами аккумуляторов разностной копии, формируя сигнал дискриминатора в виде:

$$I_{E-L} I_p + Q_{E-L} Q_p + I_k I_p + Q_k Q_p.$$

3. Способ повышения помехоустойчивости приема сигналов спутниковых навигационных систем, заключающийся в декодировании сигналов, содержащих несущую кодированную псевдослучайной последовательностью (ПСП), включающий генерацию локальной ранней копии входного сигнала, генерацию локальной поздней копии входного сигнала, у которых задержка между ранней и поздней копиями составляет дробную часть символа ПСП d , генерацию последовательности стробирующих цифровых сигналов, *отличающийся* тем, что длину стробирующего сигнала устанавливают равной величине задержки d между ранней и поздней копией сигнала, полярность символа выбирают совпадающей с полярностью предшествующего символа точной копии и его начало задерживают относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$, при этом осуществляют корреляцию

485 входного сигнала, содержащего, помимо прямого сигнала, также множество
задержанных многолучевых сигналов, с ранней копией, корреляцию
входного сигнала с поздней копией, корреляцию входного сигнала с сигналом,
представляющим последовательность стробирующих цифровых сигналов,
накопление результатов корреляции в аккумуляторах и формирование сигнала
490 дискриминатора для слежения за задержкой кода в виде : $I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 -$
 $Q_L^2 + I_K^2 + Q_K^2$, где I_E , Q_E - синфазная и квадратурная компоненты
результатов корреляции ранней копии, I_P , Q_P - синфазная и квадратурная
компоненты результатов корреляции поздней копии, I_K , Q_K - синфазная и
квадратурная компоненты результатов корреляции последовательности
495 стробирующих цифровых сигналов.

4. Способ по пункту 3, отличающийся тем, что сначала при слежении за
задержкой кода значение дискриминатора определяют как:

$I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 - Q_L^2$, а значение аккумуляторов, содержащее результаты
корреляции входного сигнала с последовательностью стробирующих
500 цифровых сигналов $I_K^2 + Q_K^2$ сравнивают с пороговым значением
обнаружения эффекта многолучевости, при этом компенсацию эффекта
многолучевости при превышении порогового значения обеспечивают путем
сложения значения с выхода аккумуляторов с вычисленным значением
дискриминатора так, что оно становится равным $I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 - Q_L^2 +$
505 $I_K^2 + Q_K^2$.

5. Устройство для приема сигналов спутниковых навигационных систем,
излучающих множество сигналов с несущей, кодированной
псевдослучайными последовательностями (ПСП), содержащее:
радиотехнический модуль, принимающий входной сигнал, преобразующий его
510 в сигнал промежуточной частоты, включающий множество сигналов с
несущей промежуточной частоты, кодированной ПСП; аналого-цифровой
преобразователь, преобразующий сигнал промежуточной частоты в цифровой
сигнал; многоканальный цифровой коррелятор, каждый канал которого

декодирует один из множества сигналов, кодированных ПСП, отличающееся тем, что оно включает: генератор локальной пунктуальной (точной) копии сигнала, кодированного ПСП; генератор разностной (ранний-минус-поздний) копии сигнала, кодированного ПСП, у которого задержка между ранней и поздней копиями d составляет фракционную долю символа ПСП, и который также генерирует последовательность стробирующих цифровых сигналов, таких что длина стробирующего сигнала равна величине задержки d между ранней и поздней копией сигнала, полярность символа совпадает с полярностью предшествующего символа точной копии и его начало задержано относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$; смеситель, осуществляющий перемножение (корреляцию) квадратурных отсчетов входного сигнала с отсчетами точной копии; смеситель, осуществляющий перемножение квадратурных отсчетов входного сигнала с отсчетами сигнала, представляющего смесь разностной копии и последовательности стробирующих цифровых сигналов; квадратурные аккумуляторы, накапливающие результаты корреляции; устройство, подстраивающее величину задержки локальной копии сигнала, кодированного ПСП, в зависимости от сигнала рассогласования с выхода дискриминатора, вычисляемого на основании отсчетов аккумуляторов как: $I_{E-L+K} I_p + Q_{E-L+K} Q_p$, где I_{E-L+K} , Q_{E-L+K} - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом, представляющим смесь разностной копии и последовательности стробирующих цифровых сигналов, I_p , Q_p - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции входного сигнала с сигналом точной копии.

6. Устройство по пункту 5, отличающееся тем, что каждый канал коррелятора включает: генератор локальной пунктуальной (точной) копии сигнала, кодированного ПСП; генератор разностной (ранний-минус-поздний) копии сигнала, кодированного ПСП, у которого задержка между ранней и поздней копиями d составляет фракционную долю символа ПСП; генератор последовательности стробирующих цифровых сигналов, таких что длина

стробирующего сигнала равна величине задержки d между ранней и поздней
545 копией сигнала. полярность символа совпадает с полярностью
предшествующего символа точной копии и его начало задержано
относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$.
смеситель, осуществляющий перемножение (корреляцию) квадратурных
отсчетов входного сигнала с отсчетами точной копии; смеситель,
550 осуществляющий перемножение квадратурных отсчетов входного сигнала с
отсчетами разностной копии; смеситель, осуществляющий перемножение
квадратурных отсчетов входного сигнала с отсчетами последовательности
стробирующих цифровых сигналов; квадратурные аккумуляторы,
накапливающие результаты корреляции; устройство, подстраивающее
555 величину задержки локальной копии сигнала, кодированного ПСП, в
зависимости от сигнала рассогласования с выхода дискриминатора,
вычисляемого на основании отсчетов аккумуляторов как: $I_{E-L}I_p + Q_{E-L}Q_p$,
где I_{E-L} , Q_{E-L} - синфазная и квадратурная компоненты результатов
корреляции входного сигнала с сигналом разностной копии, при условии что
560 $I_k^2 + Q_k^2$ не превышает порог обнаружения многолучевого сигнала, где I_k , Q_k
- синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции
последовательности стробирующих цифровых сигналов.

7. Устройство по пункту 5, отличающееся тем, что каждый канал коррелятора
включает генератор локальной пунктуальной (точной) копии сигнала,
565 кодированного ПСП, генератор разностной (ранний-минус-поздний) копии
сигнала, кодированного ПСП, у которого задержка между ранней и поздней
копиями d составляет фракционную долю символа ПСП; генератор
последовательности стробирующих цифровых сигналов, таких что длина
стробирующего сигнала равна величине задержки d между ранней и поздней
570 копией сигнала. полярность символа совпадает с полярностью
предшествующего символа точной копии и его начало задержано
относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$;
смеситель, осуществляющий перемножение (корреляцию) квадратурных

отсчетов входного сигнала с отсчетами точной копии; смеситель ,
 575 осуществляющий перемножение квадратурных отсчетов входного сигнала с
 отсчетами разностной копии; смеситель, осуществляющий перемножение
 квадратурных отсчетов входного сигнала с отсчетами последовательности
 стробирующих цифровых сигналов; квадратурные аккумуляторы ,
 накапливающие результаты корреляции; устройство, подстраивающее
 580 величину задержки локальной копии сигнала, кодированного ПСП, в
 зависимости от сигнала рассогласования с выхода дискриминатора,
 вычисляемого на основании отсчетов аккумуляторов как $I_E - L I_P + Q E - L Q_P +$
 $I_k I_P + Q_k Q_P$, при условии что порог обнаружения многолучевого сигнала
 превышен.

585 8. Устройство по пункту 5, отличающееся тем , что каждый канал коррелятора
 включает генератор локальной ранней копии сигнала , кодированного ПСП;
 генератор поздней копии сигнала , кодированного ПСП, у которых задержка
 между ранней и поздней копиями d составляет фракционную долю символа
 ПСП; генератор последовательности стробирующих цифровых сигналов ,
 590 таких что длина стробирующего сигнала равна величине задержки d между
 ранней и поздней копией сигнала, полярность символа совпадает с
 полярностью предшествующего символа точной копии и его начало задержано
 относительно конца символа точной копии ПСП на величину равную $d/2$;
 смеситель, осуществляющий перемножение (корреляцию) квадратурных
 595 отсчетов входного сигнала с отсчетами ранней копии; смеситель ,
 осуществляющий перемножение квадратурных отсчетов входного сигнала с
 отсчетами поздней копии; смеситель , осуществляющий перемножение
 квадратурных отсчетов входного сигнала с отсчетами последовательности
 стробирующих цифровых сигналов; квадратурные аккумуляторы ,
 600 накапливающие результаты корреляции; устройство , подстраивающее
 величину задержки локальной копии сигнала, кодированного ПСП, в
 зависимости от сигнала рассогласования с выхода дискриминатора,
 вычисляемого на основании отсчетов аккумуляторов как : $I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 -$

605 $Q_L^2 + I_k^2 + Q_k^2$, где I_E , Q_E - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции ранней копии, I_p, Q_p - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции поздней копии, I_k , Q_k - синфазная и квадратурная компоненты результатов корреляции последовательности - стробирующих цифровых сигналов.

9. Устройство по пункту 5, *отличающееся* тем, что сначала сигнал
610 дискриминатора для устройства слежения за задержкой кода определяют как:

$I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 - Q_L^2$, значение аккумуляторов, содержащее результаты корреляции входного сигнала с последовательностью стробирующих цифровых сигналов $I_k^2 + Q_k^2$, сравнивают с пороговым значением обнаружения эффекта многолучевости и, если это значение превышает
615 пороговое значение, то значения с выхода аккумуляторов складывают с вычисленным значением дискриминатора так что оно становится равным

$$I_E^2 + Q_E^2 - I_L^2 - Q_L^2 + I_k^2 + Q_k^2.$$

1/6

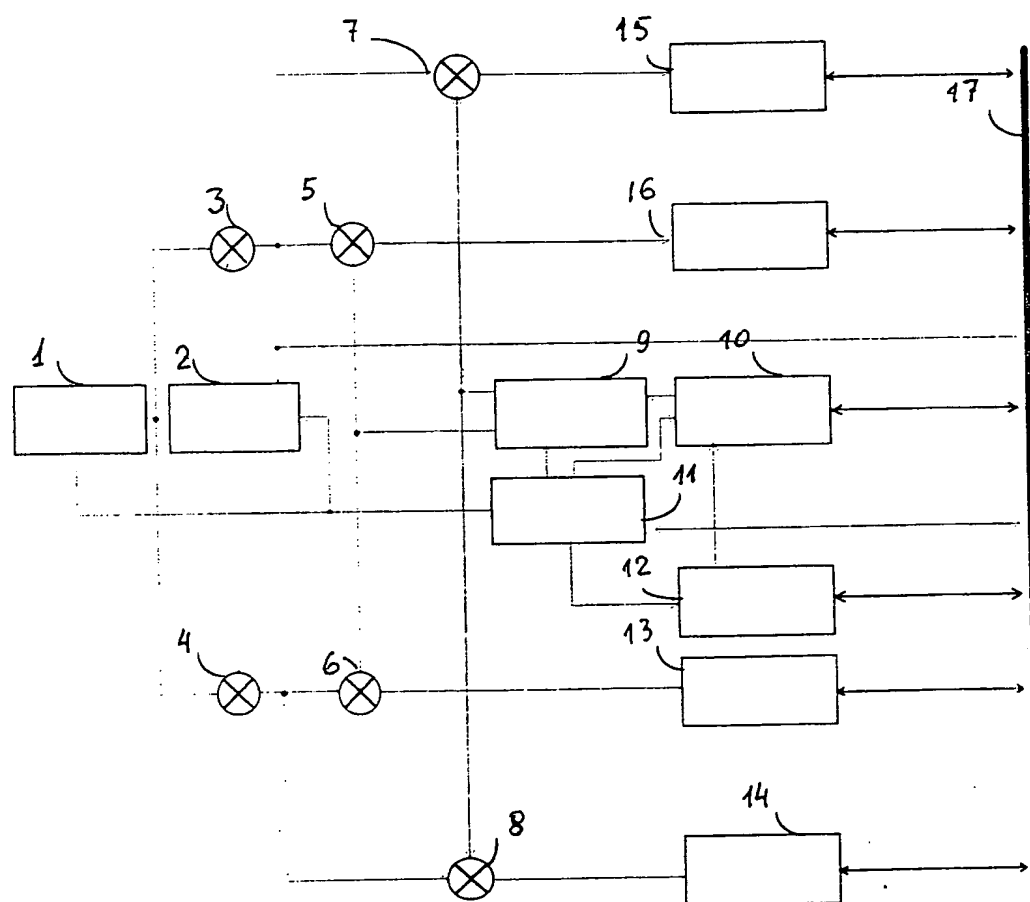


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/6

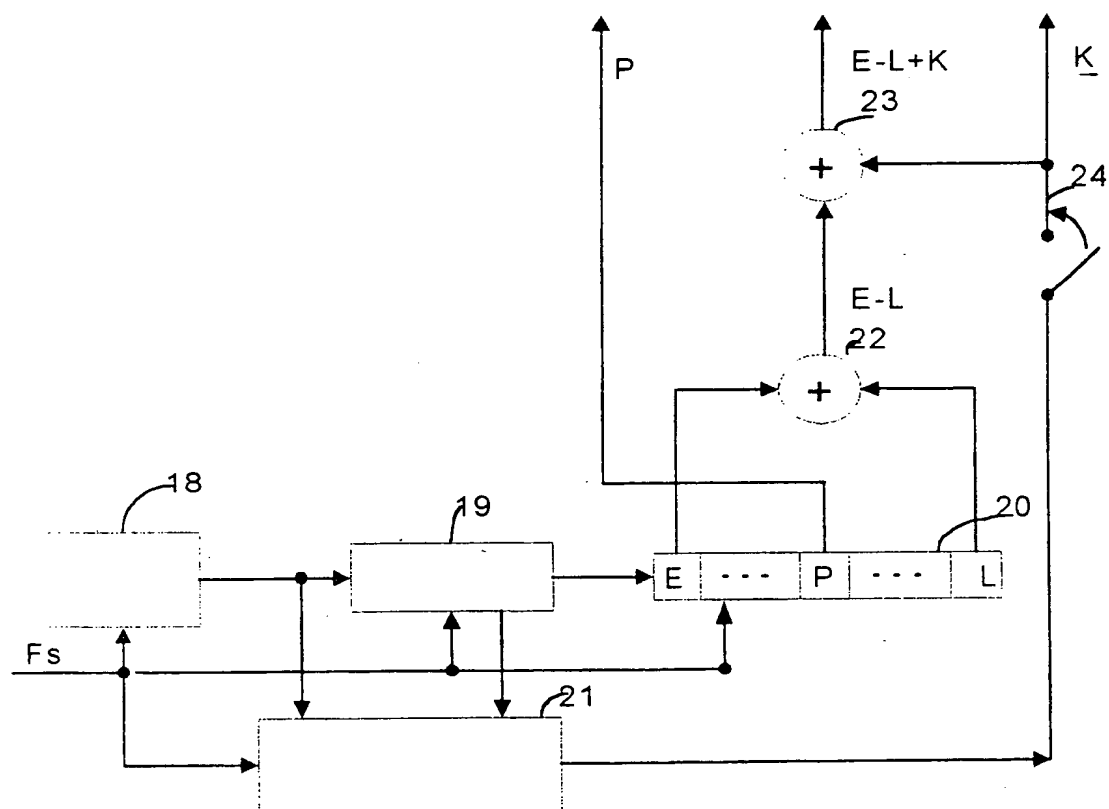


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/6

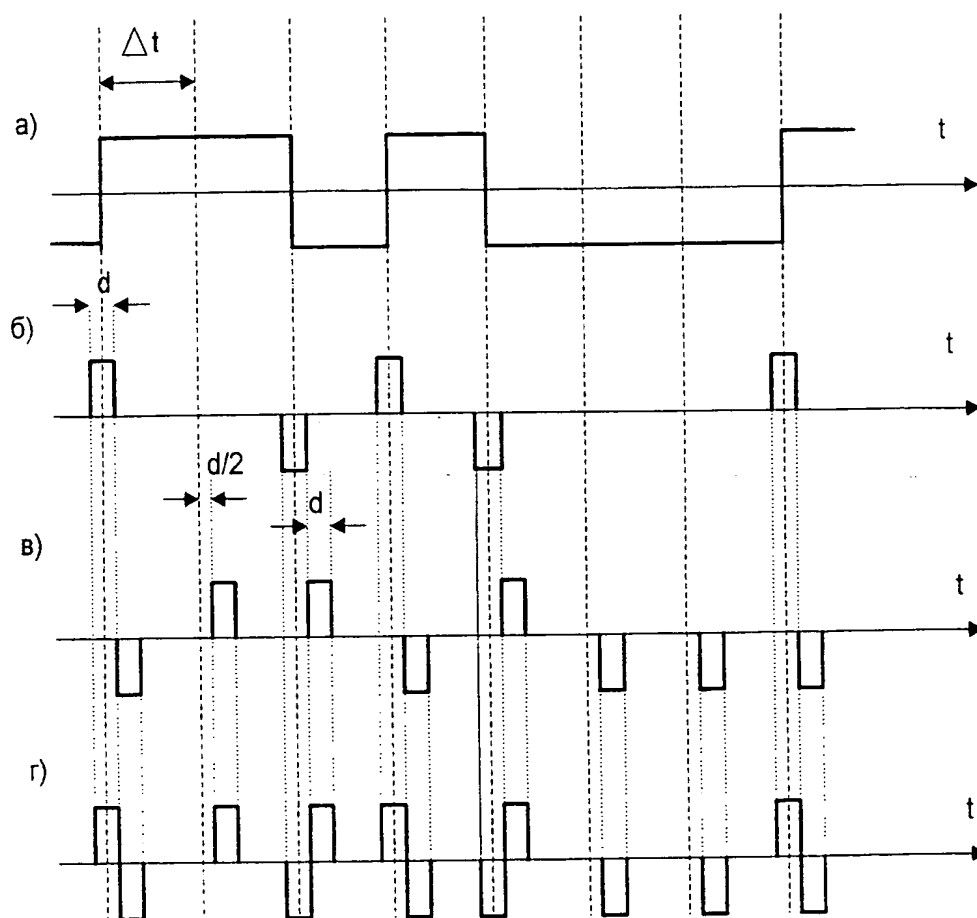


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/6

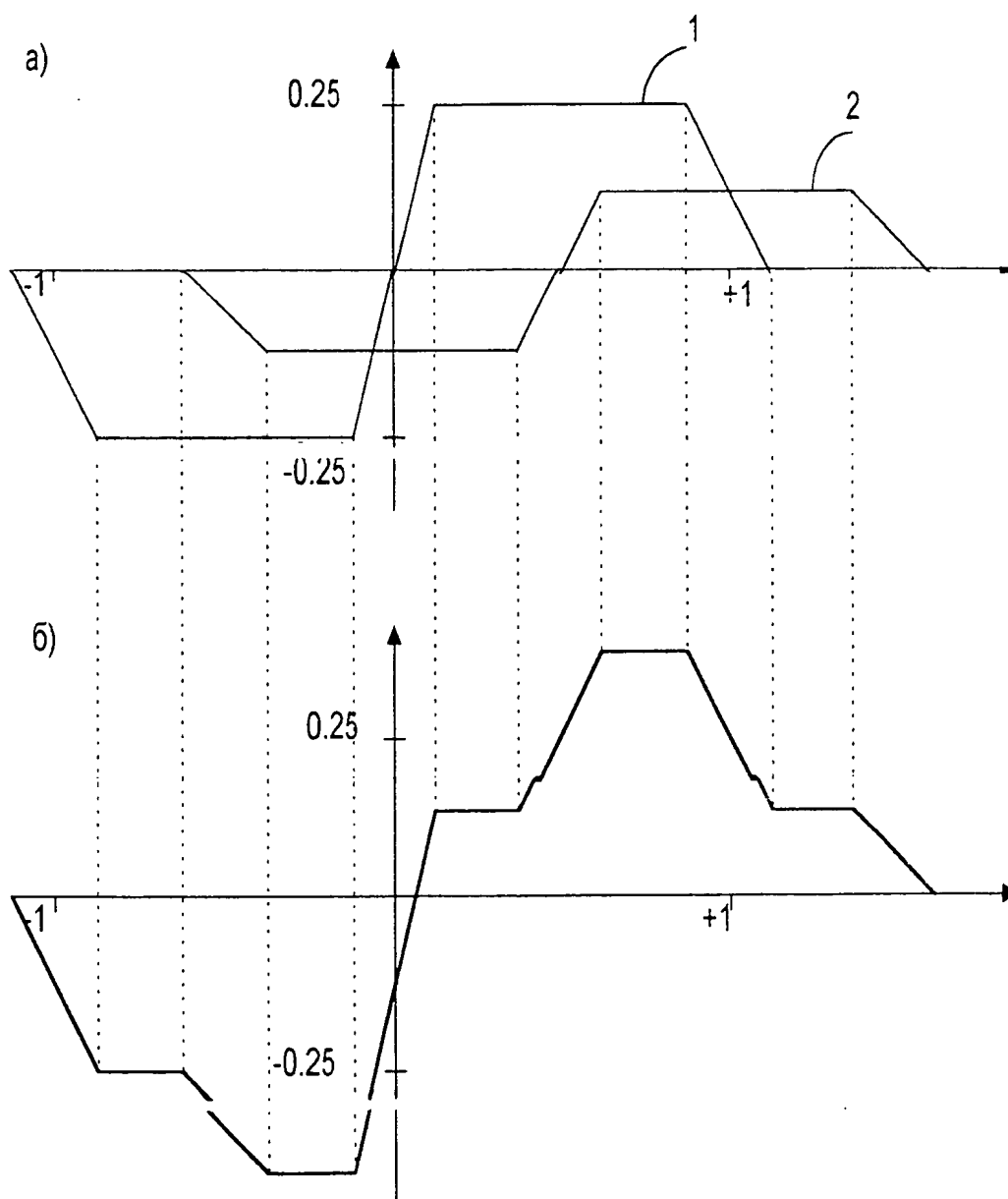


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/6

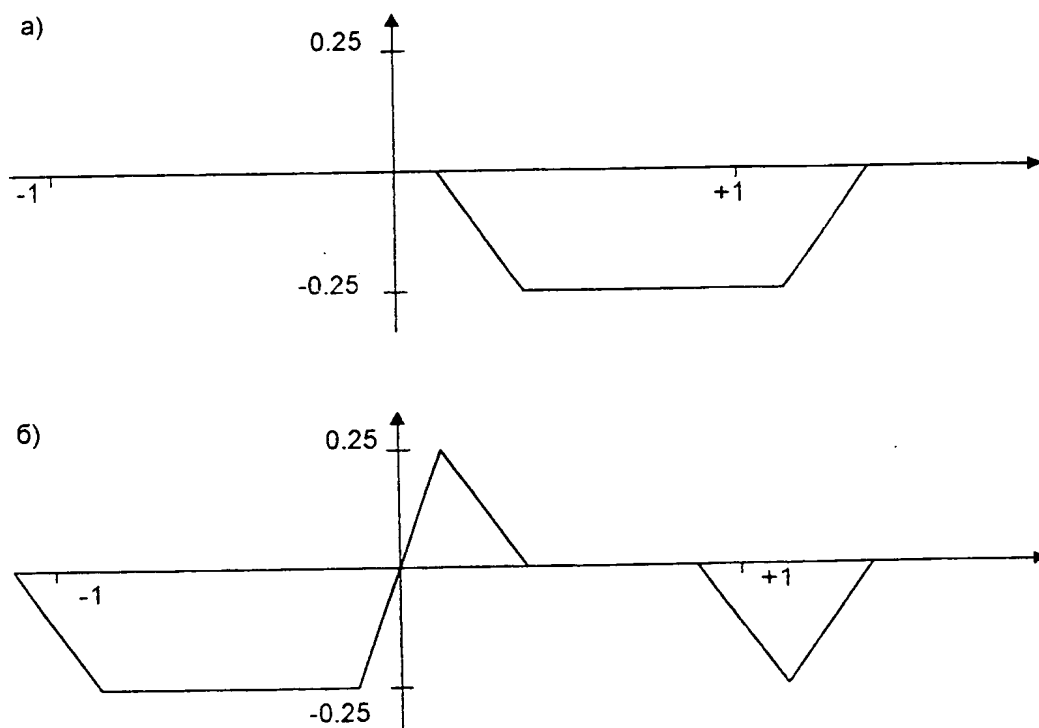


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/6

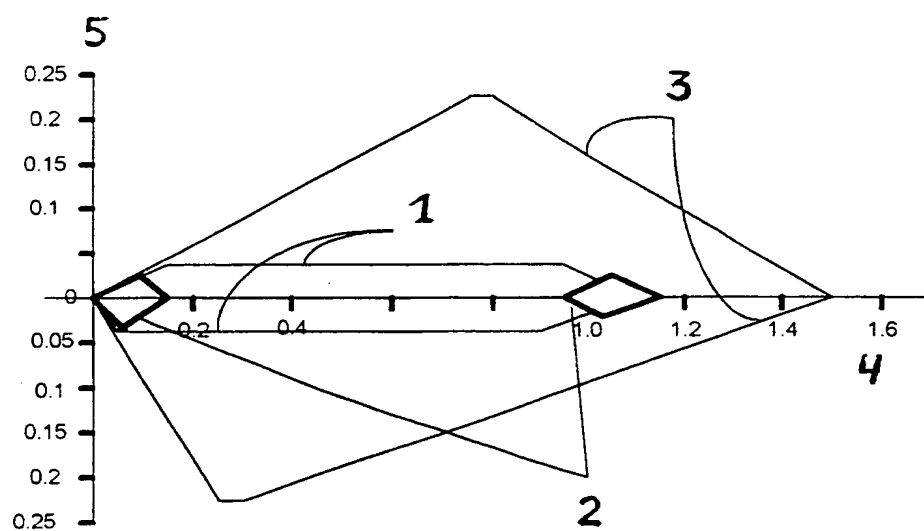


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 98/00286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01S 5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01S 1/00-1/30, 5/00, 5/02, 5/12, 5/14, 7/285, 7/295; H04B 1/10, 7/00, 7/185, 7/216, 7/22, ; G06K 9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0460862 A2 (RAYTHEON COMPANY) 11 December 1991 (11.12.91)	1 -9
A	WO 97/44681 A1 (TRIMBLE NAVIGATION LIMITED) 27 November 1997 (27.11.97)	1 -9
A	EP 0230130 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) :29 July 1987 (29.07.87)	1 -9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 1999 (12.04.99)

Date of mailing of the international search report

21 April 1999 (21.04.99)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 98/00286

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G01S 5/14

Согласно международной патентной классификации (МПК-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-6:

G01S 1/00-1/30, 5/00, 5/02, 5/12, 5/14, 7/285, 7/295; H04B 1/10, 7/00, 7/185, 7/216, 7/22, ; G06K 9/64

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	EP 0460862 A2 (RAYTHEON COMPANY) 11.12.91	1 -9
A	WO 97/44681 A1 (TRIMBLE NAVIGATION LIMITED) 27 November 1997 (27.11.97)	1 -9
A	EP 0230130 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 29.07.87	1 -9

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С.

* Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники

"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"Р" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

"У" документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

"&" документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска

12 апреля 1999 (12.04.99)

Дата отправки настоящего отчета о международном

поиске 21 апреля 1999 (21.04.99)

Наименование и адрес Международного поискового органа:

Федеральный институт

промышленной собственности

Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1

Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

С.Климова

Телефон №: (095)240-2591

Форма PCT/ISA/210 (второй лист) (июль 1992)

THIS PAGE BLANK (USPTO)